スパン方向に異なる桁形状を組み合わせた超長大橋のフラッター特性の解析的検討

九州工業大学大学院 学生員 秋山 将之 愛媛県 宇都宮 実 九州工業大学 正会員 木村 吉郎,久保 喜延,加藤 九州男

1.はじめに 現在,海峡横断プロジェクトなどにおいて,明石海峡大橋を上回るスパンの超長大橋梁が計画 されている.そのような超長大橋においてはフラッターを生じさせないことが重要であり,桁周りの流れ場 が桁形状に依存することから,フラッターを安定化させる桁断面形状に関して多くの研究がある.本研究で は,空力的な安定性を向上させる1 つのアイデアとして,スパン方向に異なる桁断面を用いることにより, フラッター発現モードをコントロールしフラッター発現風速を高くすることができないか検討した.スパン 方向に異なる桁断面を用いる方法は,明石海峡大橋箱桁案¹⁾やスピンドル・タイプ橋として検討されたこと はあるが,そこでは剛性の違いも合わせて考慮しているために空気力単独の影響は今まで明らかにされてい ない.

2.解析方法 2-1.解析モデルおよび解析ケース 対象とした橋梁モデルは,豊予海峡架橋の試設計案を参考にした主径間長3000m,サグ比1/10の単径間吊橋および4径間吊橋である.桁断面としては,単径間吊橋 モデルについては断面A(平板桁),断面B(B/D=5矩形断面)および図1に示す文献2の断面C(鉛直板付き

B/D=20 矩形断面)を考慮し A 径間吊橋モデルについては断面 A 断面 C および断面 D(オールグレーチング桁)を考慮する. ただし,非定常空気力単独の影響をみるため,全ての桁断面 において同一の構造諸元を用いている.解析ケースを単径間 吊橋モデルについては図 1,4 径間吊橋モデルについては図 2 に示すが, Case4,5,6,13 は主径間長を 2 等分, Case7 は 3 等分し異なる桁断面を配置している.

<u>2-2.解析手法</u> 吊橋を立体骨組モデルに置き換え有限要素法 で離散化し,直接法による立体骨組フラッター解析を行う.

なお,解析の簡略化を考えて構造減衰項は省略しており,風 荷重による水平変形の影響は考慮していない.

<u>3.解析結果および考察</u> Case1~13のフラッタ ー発現風速 V_{cr} とフラッター発生時のモード形 を図3に,Case4~6における空気力が桁になす 仕事の橋軸方向分布を図4(a)~(c)に示す.

3-1.単径間吊橋モデルの解析結果および考察 図3に示した発現風速を見ると、Case4,6,7 のように空力的に不安定な断面Bを径間内に組 み合わせることにより、程度にばらつきはある もののフラッター発現風速は大幅に低下してい る.低下の度合いについては、図1のケース以



3100

外にも断面 B を断面 A と断面 C に組み合わせた様々なケースを行った結果,断面 B の区間が長いほど,また はスパン中央部に近いほど,フラッター発現風速が低くなる傾向があった.このように,異なる桁形式を組 み合わせると不安定な断面に引きずられフラッター発現風速は低下してしまうが,桁形式に断面 A と断面 C

キーワード:超長大橋,フラッター,桁形状 連絡先:〒804 8550 北九州市戸畑区仙水町1 1 (093)884 3466 Fax.(093)884



Nursestill HHHBiterer 201

Case1 ($V_{cr}=29.5m/s$)

Nilities and IIIIII and III

Case2 ($V_{cr}=13.4$ m/s)

Case3 ($V_{cr}=31.1m/s$)

Minister TITITITI

Case4 (V_{cr}=15.7m/s)

Case5 (V_{cr}=31.6m/s)

BERTHER STUDIE

Case6 ($V_{cr}=18.7m/s$)

Case7 (V_{cr}=16.1m/s)

Case8 (V_{cr}=31.8m/s)

Case10 ($V_{cr}=93.7m/s$)

ant) films

Case11 ($V_{cr}=34.1$ m/s)

Case12 (V_{cr}=33.2m/s)

miha

Case13 ($V_{cr}=34.2m/s$)

フラッターモード形

フラッター発現風速および

Case9 (V_{cr}=33.5m/s)

Transferrer perilitien

AND DESCRIPTION OF THE PARTY OF

HIGTER HIGH

HATTON

CONTRACTOR OF CO

a and a second

ALL DE LE CONTRACTOR

TITUTO

Interne

and the second

図 3

をスパンの半分ずつで組み合わせた Case6 については,若干ではあるが スパン全体にわたって同一断面を用いたものより上昇しており興味深い. Case1~7のフラッターモード形については,Case1~3ではスパン中央部 においてねじれモードが大きくなっているが,桁形式に断面 A と断面 B を組み合わせたケースおよび断面 B と断面 C を組み合わせたケースにお いては,断面 B の部分でねじれ,断面 A と断面 C を組み合わせたケース においては断面 A の部分でねじれモードが大きくなっている 図4より, 断面 C よりは断面 A,断面 A よりは断面 B というように空気力的により 不安定な断面において,励振力が大きくなっていることから,より不安 定な断面が橋梁全体系としての不安定性に大きく寄与しているものと考 えられる.

<u>3-2 4 径間吊橋モデルの解析結果および考察</u> Case10 のフラッター発現 風速は, Case8, 9 に比べ 60m/s 以上も高いものとなっている.これは, 作用する非定常空気力の大きさが小さいことが主に寄与しているものと 考えられる.一方 Case11のフラッター発現風速は34.1m/sとなっており, ケース 10 に比べフラッター発現風速は大幅に減少し, Case8 とあまり変 わらないフラッター発現風速となっている.耐風安定性に優れた断面も, 空力的に不安定な断面と組み合わせるとフラッター発現風速は大幅に低 下するといえる.Case11,12 においても異なる桁断面を組み合わせると フラッター発現風速は低下した.一方,断面 A と断面 C を中央径間にお いてスパンの半分ずつで組み合わせた Case13 においては,若干ではある が同一断面をスパン全体にわたって用いたものより上昇している.フラ ッターモード形については, Case11 を見ると断面 D を用いている部分は ねじれがほとんど生じていないが,断面 A の部分にはねじれと鉛直が連 成したモードとなっている.また, Case12 を見ると,桁形式に断面 A と断面 C を組み合わせると 断面 A の部分でねじれが大きくなっている.





<u>4.まとめ</u>桁断面をスパン方向に変化させると,多くのケースにおいて空力的により不安定な断面が橋梁全体系としてのフラッター特性を支配し,不安定な断面をスパン全体に用いた場合のフラッター発現風速に近くなってしまう.しかし,断面を組み合わせることによって,フラッター発現風速がどちらの断面をスパン 全体にわたって用いたケースよりも高くなる場合もあることが分かった.こうしたフラッター特性の違いを 生じさせるメカニズムについては,さらに検討していく必要があると考えられる.

<参考文献>1)藤野他:三次元弾性模型による箱型補剛桁を有する超長大吊橋の風洞実験,第46号 日本風工学会誌,1991年.pp.1-17.2)松本他:振動数特性から考察したフラッタータイプ,第16回 風工学シンポジウム,2000年.pp.345-350.

I-487